

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-158867

(P2002-158867A)

(43) 公開日 平成14年5月31日 (2002.5.31)

(51) IntCl.⁷

識別記号

F I

テ-マ-コ-ト*(参考)

H 0 4 N 1/393

H 0 4 N 1/393

5 B 0 5 7

G 0 6 T 3/40

G 0 6 T 3/40

C 5 C 0 7 6

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2000-349641(P2000-349641)

(22) 出願日 平成12年11月16日 (2000.11.16)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 荒崎 真一

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

(74) 代理人 100095728

弁理士 上柳 泰誓 (外1名)

Fターム(参考) 5B057 CA12 CA16 CB12 CB16 CD06

CD10 CH08

5C076 AA21 BA06 BB04 BB13 BB25

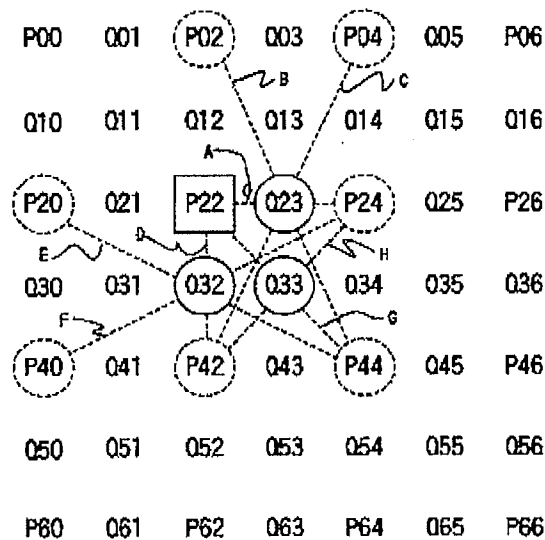
CB01

(54) 【発明の名称】 デジタル画像変倍方法およびデジタル画像変倍処理プログラムを記録した記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 エッジ部の再現性に優れ、少ない演算量で画像の拡大を可能とする。

【解決手段】 ある元画素P22に対して横と縦方向並びに第1、第2、第3の補間画素Q23、Q32、Q33を生成する。第1、第2の補間画素Q23、Q32は、第1、第2の補間画素を横と縦方向並びに挟む各1組の元画素(P22、P24の組、P22、P42の組)と、互いに交叉する斜め方向並びに挟む各2組の元画素(P02、P44の組、P04、P42の組、P20、P44の組、P24、P40の組)を用い、各組の元画素を用いて第1、第2の補間画素の予測画素値を各組ごとに求め、各組ごとに元画素の変化量を求め、変化量の小さい2つの組を選択し、その2つの組に対応する予測画素値に対し、その変化量に応じた重み付けを行って第1、第2の補間画素を求める。また、第3の補間画素は、その補間画素を互いに交叉する斜め方向並びに挟む2組の元画素を用いて求める。



(2)

特開2002-158867

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 元画像に存在するそれぞれの画素（元画素という）に対し、個々の元画素ごとに、縦方向および横方向に当該元画素を含む2画素×2画素となるような画素補間を行うことで、元画像に対して横方向および縦方向それぞれ2倍の拡大画像を得る画像変倍方法であって、

その画像変倍方法は、補間すべき画素を挟むように存在する2つの元画素の組み合わせを1組とし、その2つの元画素の組み合わせを、補間すべき画素を挟むように複数方向に設定し、それぞれの組ごとに予測画素値を求めるとともに、それぞれの組ごとにその組を構成する元画素間の変化量を求め、その変化量の大きさに基づいて、補間すべき画素の画素値を求めることを特徴とするデジタル画像変倍方法。

【請求項2】 前記縦方向および横方向に当該元画素を含む2画素×2画素となるような画素補間は、1つの元画素に対して横方向並びに1つの画素（第1の補間画素という）を生成し、当該元画素に対して縦方向並びに1つの画素（第2の補間画素という）を生成し、当該元画素に対して斜め方向並びに1つの画素（第3の補間画素という）を生成する画素補間であって、その場合、前記画像変倍方法は、

前記第1の補間画素を横方向並びに挟む1組の元画素と、当該第1の補間画素を互いに交叉する斜め方向並びに挟む2組の元画素とを用い、それぞれの組の元画素を用いて当該第1の補間画素の予測画素値をそれぞれの組ごとに求めるとともに、それぞれの組ごとにその組を構成する元画素間の変化量を求め、変化量の小さい2つの組を選択し、選択された2つの組に対応する2つの前記予測画素値に着目し、その2つの予測画素値に対し、当該2つの予測画素値に対応する変化量に応じた重み付けを行って第1の補間画素の画素値を求めることで第1の補間画素を生成し、

前記第2の補間画素を縦方向並びに挟む1組の元画素と、当該第2の補間画素を互いに交叉する斜め方向並びに挟む2組の元画素とを用い、それぞれの組の元画素を用いて当該第2の補間画素の予測画素値をそれぞれの組ごとに求めるとともに、それぞれの組ごとにその組を構成する元画素間の変化量を求め、変化量の小さい2つの組を選択し、選択された2つの組に対応する2つの前記予測画素値に着目し、その2つの予測画素値に対し、当該2つの予測画素値に対応する変化量に応じた重み付けを行って第2の補間画素の画素値を求めることで前記第2の補間画素を生成し、

前記第3の補間画素を互いに交叉する斜め方向並びに挟む2組の元画素を用い、それぞれの組の元画素を用いて当該第3の補間画素の予測画素値をそれぞれの組ごとに求めるとともに、それぞれの組ごとにその組を構成する元画素間の変化量を求め、前記2つの予測画素値に対

2

し、当該2つの予測画素値に対応する変化量に応じた重み付けを行って第3の補間画素の画素値を求めることで前記第3の補間画素を生成する、

ことを特徴とする請求項1記載のデジタル画像変倍方法。

【請求項3】 前記変化量に応じた重み付けは、前記変化量を重み付け係数として用い、大きい方の変化量に対応する予測画素値に対しては小さい方の変化量で重み付けし、小さい方の変化量に対応する予測画素値に対しては大きい方の変化量で重み付けすることを特徴とする請求項2記載のデジタル画像変倍方法。

【請求項4】 前記変化量を2乗した値を重み付け係数として用いることを特徴とする請求項3に記載のデジタル画像変倍方法。

【請求項5】 前記元画像に対して横方向および縦方向それぞれ2倍の拡大画像を生成したあと、その画像に対してさらに変倍処理を施すことで、所定範囲内の自由変倍を可能としたことを特徴とする請求項1から4のいずれかに記載のデジタル画像変倍方法。

【請求項6】 元画像に存在するそれぞれの画素（元画素という）に対し、個々の元画素ごとに、縦方向および横方向に当該元画素を含む2画素×2画素となるような画素補間を行うことで、元画像に対して横方向および縦方向それぞれ2倍の拡大画像を得るデジタル画像変倍処理プログラムを記録した記録媒体であって、その画像変倍処理プログラムは、

補間すべき画素を挟むように存在する2つの元画素の組み合わせを1組とし、その2つの元画素の組み合わせを、補間すべき画素を挟むように複数方向に設定する手順と、

それぞれの組ごとに予測画素値を求めるとともに、それぞれの組ごとにその組を構成する元画素間の変化量を求める手順と、

その変化量の大きさに基づいて、補間すべき画素の画素値を求める手順と、

を含むことを特徴とするデジタル画像変倍処理プログラムを記録した記録媒体。

【請求項7】 前記縦方向および横方向に当該元画素を含む2画素×2画素となるような画素補間は、1つの元画素に対して横方向並びに1つの画素（第1の補間画素という）を生成し、当該元画素に対して縦方向並びに1つの画素（第2の補間画素という）を生成し、当該元画素に対して斜め方向並びに1つの画素（第3の補間画素という）を生成する画素補間であって、その場合、前記画像変倍処理プログラムは、

前記第1の補間画素を横方向並びに挟む1組の元画素と、当該第1の補間画素を互いに交叉する斜め方向並びに挟む2組の元画素とを用い、それぞれの組の元画素を用いて当該第1の補間画素の予測画素値をそれぞれの組ごとに求める手順と、それぞれの組ごとにその組を構成

50

(3)

特開2002-158867

3

する元画素間の変化量を求める手順と、変化量の小さい2つの組を選択し、選択された2つの組に対応する2つの前記予測画素値に着目し、その2つの予測画素値に対し、当該2つの予測画素値に対応する変化量に応じた重み付けを行って第1の補間画素の画素値を求めることで第1の補間画素を生成する手順を行う第1の補間画素生成処理手順と、

前記第2の補間画素を縦方向並びに挟む1組の元画素と、当該第2の補間画素を互いに交叉する斜め方向並びに挟む2組の元画素とを用い、それぞれの組の元画素を用いて当該第2の補間画素の予測画素値をそれぞれの組ごとに求める手順と、それぞれの組ごとにその組を構成する元画素間の変化量を求める手順と、変化量の小さい2つの組を選択し、選択された2つの組に対応する2つの前記予測画素値に着目し、その2つの予測画素値に対し、当該2つの予測画素値に対応する変化量に応じた重み付けを行って第2の補間画素の画素値を求めることで第2の補間画素を生成する手順を行う第2の補間画素生成処理手順と、

前記第3の補間画素を互いに交叉する斜め方向並びに挟む2組の元画素を用い、それぞれの組の元画素を用いて当該第3の補間画素の予測画素値をそれぞれの組ごとに求める手順と、それぞれの組ごとにその組を構成する元画素間の変化量を求める手順と、前記2つの予測画素値に対し、当該2つの予測画素値に対応する変化量に応じた重み付けを行って第3の補間画素の画素値を求めることで第3の補間画素を生成する手順を行う第3の補間画素生成処理手順と、

含むことを特徴とする請求項6記載のデジタル画像変倍処理プログラムを記録した記録媒体。

【請求項8】 前記変化量に応じた重み付けは、前記変化量を重み付け係数として用い、大きい方の変化量に対応する予測画素値に対しては小さい方の変化量で重み付けし、小さい方の変化量に対応する予測画素値に対しては大きい方の変化量で重み付けすることを特徴とする請求項7記載のデジタル画像変倍処理プログラムを記録した記録媒体。

【請求項9】 前記変化量を2乗した値を重み付け係数として用いることを特徴とする請求項8に記載のデジタル画像変倍処理プログラムを記録した記録媒体。

【請求項10】 前記元画像に対して横方向および縦方向それぞれ2倍の拡大画像を生成したあと、その画像に対してさらに変倍処理を施すことで、所定範囲内の自由変倍を可能としたことを特徴とする請求項6から9のいずれかに記載のデジタル画像変倍処理プログラムを記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は固体撮像素子（CCDという）などから得られるデジタル画像を拡大可能

4

とするデジタル画像変倍方法およびデジタル画像変倍処理プログラムを記録した記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】デジタルスチルカメラなどにおいては画像を変倍する機能を有するものが多い。この画像変倍を行う方法としては、光学的に行う方法以外にデジタルデータを操作することにより変倍する方法がある。

【0003】このデジタルデータを操作することにより変倍する従来の一般的な方法として、DCT（Discrete Cosine Transform）、BiLinear、BiCubicなどの方法がある。

【0004】DCTを用いて変倍する場合の概略的な手順は、まず、原画像をたとえば8画素×8画素のブロックに分割し、それぞれのブロックごとにDCT係数に変換する。そして、得られたDCT係数のブロックを8画素×8画素からn画素×n画素に拡大し、拡大したブロックを逆変換するという手順によって拡大画像を得る。

【0005】このDCTを用いた拡大処理においては、拡大できる倍率が固定されてしまう欠点がある。すなわち、原画像のブロックを8画素×8画素とした場合、実現できる倍率は、 $n/8$ （nは整数）である。ブロックサイズを8画素×8画素よりも大きくすれば、実現できる倍率を細かく設定できるが、計算時間が長くなり、実用性に乏しくなってくる。

【0006】このDCTを用いて実際に拡大処理すると、1.25倍程度までは拡大画像に大きな劣化はないが、1.5倍や1.75倍にすると、ブロックノイズが目立ち不自然な画像となる傾向にある。なお、ブロックノイズを消去するアルゴリズムを組み込むことも考えられるが、その分の処理が増えることになる。

【0007】また、BiLinearを用いた変倍方法は、補間する画素の値を周辺の画素値から線形で求める方法である。新たに求める画素に対して、たとえば、周辺2画素×2画素を用い、その距離に比例した重み付けを行って画素値を算出する。このBiLinearを用いた変倍方法によれば、自由な倍率の画像を得ることが可能である利点を有するが、線形的に画素値を生成するので、エッジ部分がぼやける傾向にある。

【0008】このBiLinearを用いて実際に拡大処理すると、1.25倍程度までは拡大画像に大きな劣化はないが、1.75倍程度まで拡大すると、明らかに画像がぼやけてしまう問題がある。

【0009】また、BiCubicを用いた変倍方法は、新たに求める画素に対して、たとえば、周辺4画素×4画素を用いて求める方式である。上述のBiLinearを用いた変倍方法に比べると、参照画素が多く、より確からしい画素値を求めることができ、一般的には、滑らかさと先鋭さを持った画像を得ることができる方法であるといえる。

【0010】このBiCubicを用いて実際に拡大処理する

50

(4)

特開2002-158867

5

と、1.25倍程度までは拡大画像に大きな劣化はないが、1.75倍程度まで拡大すると、エッジ情報を保存しすぎて、元の画像の形が残留したような画像となってしまう傾向が有る。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】以上、従来から一般的に用いられている3つの変倍方法についてその概略を説明したが、これらの方法は、拡大率が小さいときは良好な画像が得られるが、1.5倍を超えるような拡大画像の生成を行うと、エッジ部がぼやけたり、滑らかさに欠けるなどそれぞれに特有の問題が生じてくる。

【0012】また、画像の拡大を行う際、エッジの方向を考慮することも重要である。その場合、エッジを検出する処理が必要となるが、エッジの方向を単に縦方向や横方向だけでなく、斜め方向までも検出するとすると、角度を用いた計算も必要となり計算量が增大する。また、エッジの検出を高精度に行うには、着目画素に対し、広い画素範囲を設定して行う必要があるため、これによっても計算量が增大する。

【0013】現在、デジタルスチルカメラなどでは、2倍あるいはそれを超えるズーム機能が要求される傾向にあるが、上述した従来の変倍方式では、拡大画像の品質に問題が多く改善の余地がある。また、この種の機器は、低価格も要求されるため、使用するCPUなどの処理能力やメモリの記憶容量に大きな制約がある。このため、拡大画像を得るための演算量などは極力少なくする必要性もある。

【0014】そこで本発明は、少ない演算量で2倍またはそれ以上の拡大率を実現でき、しかも、エッジ部を保存した高画質な拡大画像を得ることができるようにすることを目的としている。

【0015】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するために、本発明のデジタル画像変倍方法は、元画像に存在するそれぞれの画素（元画素という）に対し、個々の元画素ごとに、縦方向および横方向に当該元画素を含む2画素×2画素となるような画素補間を行うことで、元画像に対して横方向および縦方向それぞれ2倍の拡大画像を得る画像変倍方法であって、その画像変倍方法は、補間すべき画素を挟むように存在する2つの元画素の組み合わせを1組とし、その2つの元画素の組み合わせを、補間すべき画素を挟むように複数方向に設定し、それぞれの組ごとに予測画素値を求めるとともに、それぞれの組ごとにその組を構成する元画素間の変化量を求め、その変化量の大きさに基づいて、補間すべき画素の画素値を求めるようにしている。

【0016】このデジタル画像変倍方法の発明において、前記縦方向および横方向に当該元画素を含む2画素×2画素となるような画素補間は、1つの元画素に対して横方向並びに1つの画素（第1の補間画素という）を

6

生成し、当該元画素に対して縦方向並びに1つの画素（第2の補間画素という）を生成し、当該元画素に対して斜め方向並びに1つの画素（第3の補間画素という）を生成する画素補間であって、その場合、前記画像変倍方法は、前記第1の補間画素を横方向並びに挟む1組の元画素と、当該第1の補間画素を互いに交叉する斜め方向並びに挟む2組の元画素とを用い、それぞれの組の元画素を用いて当該第1の補間画素の予測画素値をそれぞれの組ごとに求めるとともに、それぞれの組ごとにその組を構成する元画素間の変化量を求め、変化量の小さい2つの組を選択し、選択された2つの組に対応する2つの前記予測画素値に着目し、その2つの予測画素値に対し、当該2つの予測画素値に対応する変化量に応じた重み付けを行って第1の補間画素の画素値を求めることで第1の補間画素を生成する。また、前記第2の補間画素を縦方向並びに挟む1組の元画素と、当該第2の補間画素を互いに交叉する斜め方向並びに挟む2組の元画素とを用い、それぞれの組の元画素を用いて当該第2の補間画素の予測画素値をそれぞれの組ごとに求めるとともに、それぞれの組ごとにその組を構成する元画素間の変化量を求め、変化量の小さい2つの組を選択し、選択された2つの組に対応する2つの前記予測画素値に着目し、その2つの予測画素値に対し、当該2つの予測画素値に対応する変化量に応じた重み付けを行って第2の補間画素の画素値を求めることで前記第2の補間画素を生成する。さらに、前記第3の補間画素を互いに交叉する斜め方向並びに挟む2組の元画素を用い、それぞれの組の元画素を用いて当該第3の補間画素の予測画素値をそれぞれの組ごとに求めるとともに、それぞれの組ごとにその組を構成する元画素間の変化量を求め、前記2つの予測画素値に対し、当該2つの予測画素値に対応する変化量に応じた重み付けを行って第3の補間画素の画素値を求めることで前記第3の補間画素を生成するようにしている。

【0017】また、本発明のデジタル画像変倍処理プログラムを記録した記録媒体は、元画像に存在するそれぞれの画素（元画素という）に対し、個々の元画素ごとに、縦方向および横方向に当該元画素を含む2画素×2画素となるような画素補間を行うことで、元画像に対して横方向および縦方向それぞれ2倍の拡大画像を得るデジタル画像変倍処理プログラムを記録した記録媒体であって、その画像変倍処理プログラムは、補間すべき画素を挟むように存在する2つの元画素の組み合わせを1組とし、その2つの元画素の組み合わせを、補間すべき画素を挟むように複数方向に設定する手順と、それぞれの組ごとに予測画素値を求めるとともに、それぞれの組ごとにその組を構成する元画素間の変化量を求める手順と、その変化量の大きさに基づいて、補間すべき画素の画素値を求める手順とを含むものである。

【0018】このデジタル画像変倍処理プログラムを

50

(5)

特開2002-158887

7

記録した記録媒体において、前記縦方向および横方向に当該元画素を含む2画素×2画素となるような画素補間
は、1つの元画素に対して横方向並びに1つの画素（第1の補間画素という）を生成し、当該元画素に対して縦方向並びに1つの画素（第2の補間画素という）を生成し、当該元画素に対して斜め方向並びに1つの画素（第3の補間画素という）を生成する画素補間であって、その場合、前記画像変倍処理プログラムは、前記第1の補間画素を横方向並びに挟む1組の元画素と、当該第1の補間画素を互いに交叉する斜め方向並びに挟む2組の元画素とを用い、それぞれの組の元画素を用いて当該第1の補間画素の予測画素値をそれぞれの組ごとに求める手順と、それぞれの組ごとにその組を構成する元画素間の変化量を求める手順と、変化量の小さい2つの組を選択し、選択された2つの組に対応する2つの前記予測画素値に着目し、その2つの予測画素値に対し、当該2つの予測画素値に対応する変化量に応じた重み付けを行って第1の補間画素の画素値を求めることで第1の補間画素を生成する手順を行う第1の補間画素生成処理手順と、前記第2の補間画素を縦方向並びに挟む1組の元画素と、当該第2の補間画素を互いに交叉する斜め方向並びに挟む2組の元画素とを用い、それぞれの組の元画素を用いて当該第2の補間画素の予測画素値をそれぞれの組ごとに求める手順と、それぞれの組ごとにその組を構成する元画素間の変化量を求める手順と、変化量の小さい2つの組を選択し、選択された2つの組に対応する2つの前記予測画素値に着目し、その2つの予測画素値に対し、当該2つの予測画素値に対応する変化量に応じた重み付けを行って第2の補間画素の画素値を求めることで第2の補間画素を生成する手順を行う第2の補間画素生成処理手順と、前記第3の補間画素を互いに交叉する斜め方向並びに挟む2組の元画素を用い、それぞれの組の元画素を用いて当該第3の補間画素の予測画素値をそれぞれの組ごとに求める手順と、それぞれの組ごとにその組を構成する元画素間の変化量を求める手順と、前記2つの予測画素値に対し、当該2つの予測画素値に対応する変化量に応じた重み付けを行って第3の補間画素の画素値を求めることで第3の補間画素を生成する手順を行う第3の補間画素生成処理手順を含むものである。

【0019】これら各発明において、前記変化量に応じた重み付けは、前記変化量を重み付け係数として用い、大きい方の変化量に対応する予測画素値に対しては小さい方の変化量で重み付けし、小さい方の変化量に対応する予測画素値に対しては大きい方の変化量で重み付けするようにしている。このとき、前記変化量を2乗した値を重み付け係数として用いることも可能である。

【0020】また、前記元画像に対して横方向および縦方向それぞれ2倍の拡大画像を生成したあと、その画像に対してさらに変倍処理を施すことで、所定範囲内の自由変倍を可能としている。

8

【0021】このように本発明は、2つの元画素の組み合わせを、補間すべき画素位置を挟むように複数方向に設定し、それぞれの組ごとに予測画素値を求めるとともに、それぞれの組ごとにその組を構成する元画素間の変化量を求め、その変化量の大きさに基づいて、補間すべき画素の画素値を求めるようにしている。

【0022】具体的には、処理対象画素の横方向並びに位置する第1の補間画素と縦方向並びに位置する第2の補間画素については、これら第1および第2の補間画素を挟む横方向並びの1組の元画素と縦方向並びの1組の元画素、さらに、互いに交叉する斜め方向並びの2組の元画素を用いて、まず、予測画素値をそれぞれの組ごとに求めるとともに、それぞれの組ごとにその組を構成する元画素間の変化量を求め、変化量の小さい2つの組を選択し、選択された2つの組に対応する2つの前記予測画素値に着目し、その2つの予測画素値に対し、当該2つの予測画素値に対応する変化量に応じた重み付けを行って、第1および第2の補間画素の画素値を求めるようにしている。

【0023】また、処理対象画素の斜め方向並びに位置する第3の補間画素は、当該第3の補間画素を互いに交叉する斜め方向並びに挟む2組の元画素を用い、まず、予測画素値をそれぞれの組ごとに求めるとともに、それぞれの組ごとにその組を構成する元画素間の変化量を求め、上述のそれぞれの組ごとの予測画素値に対応する変化量に応じた重み付けを行って第3の補間画素の画素値を求めるようにしている。

【0024】このような本発明の処理は、元画素を含む局所的な範囲でみたとき、その範囲内に存在するエッジの方向に適応した（エッジの方向を考慮した）画素補間を行っているのと等価な処理であり、簡単な演算を行うだけでエッジを保存した良好な拡大画像が得られ、その拡大画像は、複雑な処理を行って高精度なエッジ検出を行なったのと同等遜色のない画像となる。ちなみに、従来のDCT、BiLinear、BiCubicなどを用いた拡大方法は、前述したように、1.5倍を超えるような拡大画像の生成を行うと、エッジ部がぼやけたり、滑らかさに欠けるなどそれぞれに特有の問題が生じたが、本発明による方法では、2倍の拡大を行ってもこれらの問題は生じない。

【0025】また、重み付け係数を2乗して用いることにより、ノイズの影響が目立たなくなり、より一層、良好な拡大画像が得られる。

【0026】また、2倍の拡大画像を生成する処理を行ったあと、その画像に対して従来から用いられているDCT、BiLinear、BiCubicなどを用いた変倍処理を行うことにより、自由変倍を可能とし、実用的には1倍から2.5倍程度までの変倍を可能とすることができる。

【0027】

50 【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について

(6)

特開2002-158867

9

て説明する。なお、この実施の形態で説明する内容は、本発明のデジタル画像変倍方法についての説明であるとともに、本発明のデジタル画像変倍処理プログラムを記録した記録媒体におけるデジタル画像変倍処理プログラムの具体的な処理内容をも含むものである。

【0028】なお、以下に示す実施の形態では、画像を2倍（縦方向及び横方向それぞれに2倍）に変倍する方法について説明する。

【0029】本発明は、概略的には、元画像（拡大前の画像）に存在する画素（元画素という）のうち、補間すべき画素を挟むように存在する2つの元画素の組み合わせを1組とし、その2つの元画素の組み合わせを、補間すべき画素を挟むように複数方向（横方向や縦方向、さらには斜め方向など）に設定し、それぞれの組ごとに予測画素値を求めるとともに、それぞれの組ごとにその組を構成する元画素間の変化量を求め、その変化量の大きさに基づいて、補間すべき画素（補間画素）の画素値を求める。以下、詳細に説明する。

【0030】図1は本発明の実施の形態を説明する図であり、元画像の画素配列（この元画像を構成する元画素をP00、P02、P04、・・・というように「P」の符号を用いて表記する）に対し、画素補間することによって縦方向および横方向それぞれ2倍に拡大された画像（ここではこれを2倍の拡大画像という）の画素配列を示すものである。なお、補間されることによって生成された画素（補間画素）をQ01、Q03、Q05、・・・というように「Q」の符号を用いて表記する。

【0031】この図1に示すような2倍の拡大画像を得るために、元画像に存在する1つ1つの元画素を、縦方向および横方向にそれぞれ2倍に増やす処理を行う。つまり、ある1つの元画素（処理対象元画素）に対して横並び方向と縦並び方向と斜め並び方向にそれぞれ1つの*

$$a0 = (P22 + P24) / 2$$

$$a1 = (P02 + P44) / 2$$

$$a2 = (P04 + P42) / 2$$

で求められる。さらに、それぞれの組み合わせにおける元画素の変化量を求める。ここで、組み合わせAにおける元画素P22とP24の変化量をda0、組み合わせ*

$$da0 = |P22 - P24|$$

$$da1 = |P02 - P44|$$

$$da2 = |P04 - P42|$$

となる。

【0037】次に、これら(1)～(6)式で求められたパラメータを用いて第1の補間画素Q23の求めるべき画素値を算出する。

【0038】まず、(4)式から(6)式によって算出されたda0、da1、da2のうち、変化量が小さい2つを選択する。たとえば、求められたda0、da1、da2において、da0 < da1 < da2であったとすれば、da0とda1の2つを選択することに

10

*画素を補間することで、処理対象元画素を含む2画素×2画素の4画素とする。以下に、具体的な拡大方法について説明する。

【0032】なお、ここでは、P22の元画素に着目し、元画素P22に対し補間画素Q23、Q32、Q33を生成する処理について説明する。図1において、処理対象となる元画素P22は四角で囲み、補間画素Q23、Q32、Q33は丸で囲んで示す。また、破線の丸で囲まれた元画素は、補間画素Q23、Q32、Q33を生成するのに必要な元画素を示している。

【0033】まず、補間画素Q23（以下、第1の補間画素Q23という）の生成について説明する。この第1の補間画素Q23を単純に生成するには、この第1の補間画素Q23を挟む2つの元画素の画素値を足して2で割る（平均の画素値を求める）ことが考えられる。

【0034】ここで、第1の補間画素Q23を挟む2つの元画素としては、第1の補間画素Q23を横方向並びに挟む2つの元画素P22とP24の組み合わせ（組み合わせAという）と、第1の補間画素Q23を斜め方向並びに挟む2つの元画素P02とP44の組み合わせ（組み合わせBという）と、それと交叉する斜め方向並びに挟む2つの元画素P04とP42の組み合わせ（組み合わせCという）の3つの組み合わせを考える。

【0035】これら3つの組み合わせA、B、Cにおいて、それぞれの組み合わせごとに画素値の平均を求め、それぞれの組み合わせごとの平均値を、第1の補間画素Q23の予測画素値として求めてみる。

【0036】ここで、組み合わせAにより得られる第1の補間画素Q23の予測画素値をa0とし、組み合わせBにより得られる第1の補間画素Q23の予測画素値をa1とし、組み合わせCにより得られる第1の補間画素Q23の予測画素値をa2とすれば、

$$(1)$$

$$(2)$$

$$(3)$$

*Bにおける元画素間P02とP44の変化量をda1、組み合わせCにおける元画素間P04とP42の変化量をda2とすれば、

$$(4)$$

$$(5)$$

$$(6)$$

なる。

【0039】つまり、変化量da1、da2、da3の値が大きいということは、それぞれの元画素間の画素値の変化が大きいということであり、その画素間にはエッジが存在している可能性が高く、補間を行うために用いる元画素としての信頼性は低いといえる。

【0040】したがって、補間を行うに際しては、できるだけ変化量の少ない元画素を用いた方がより適正な補間画素を得ることができると考えられる。そこで、この

(7)

特開2002-158867

11

場合は、変化量が少ない2つの変化量 da_0 , da_1 に対応する予測画素値 a_0 , a_1 に着目し、この予測画素値 a_0 , a_1 に対しその変化量 da_0 , da_1 を重み付け係数として用いて重み付けを行うことによって、第1*

$$a = (a_0 \cdot da_1 + a_1 \cdot da_0) / (da_0 + da_1)$$

(7)

で算出できる。

【0041】次に、補間画素Q32（以下、第2の補間画素Q32という）の生成について説明する。この第2の補間画素Q32を単純に生成するには、この第2の補間画素Q32を挟む2つの元画素の画素値を足して2で割る（平均の画素値を求める）ことが考えられる。

【0042】ここで、第2の補間画素Q32を挟む2つの元画素としては、第2の補間画素Q32を縦方向並びに挟む2つの元画素P22とP42の組み合わせ（組み合わせDという）と、第2の補間画素Q32を斜め方向並びに挟む2つの元画素P20とP44の組み合わせ（組み合わせEという）と、それと交叉する斜め方向並

$$b_0 = (P_{22} + P_{42}) / 2$$

$$b_1 = (P_{20} + P_{44}) / 2$$

$$b_2 = (P_{24} + P_{40}) / 2$$

で求められる。さらに、それぞれの組み合わせにおける元画素間の変化量を求める。ここで、組み合わせDにおける元画素P22とP42の変化量を db_0 、組み合わせ★

$$db_0 = |P_{22} - P_{42}|$$

$$db_1 = |P_{20} - P_{44}|$$

$$db_2 = |P_{24} - P_{40}|$$

となる。

【0045】次に、これら(8)～(13)式で求められたパラメータを用いて第2の補間画素Q32の求めるべき画素値を算出する。

【0046】まず、(11)式～(13)式によって算出された db_0 , db_1 , db_2 のうち、変化量が小さい2つを選択する。たとえば、求められた db_0 , db_1 , db_2 において、 $db_0 < db_1 < db_2$ であったとすれば、 db_0 と db_1 の2つを選択することになる。

【0047】つまり、変化量 db_1 , db_2 , db_3 の値が大きいということは、それぞれの元画素間の画素値の変化が大きいということであり、その画素間にはエッジ☆40

$$b = (b_0 \cdot db_1 + b_1 \cdot db_0) / (db_0 + db_1) \quad (14)$$

で算出できる。

【0049】次に、補間画素Q33（以下、第3の補間画素という）の生成について説明する。この第3の補間画素Q33を単純に生成するには、この第3の補間画素Q33を挟む2つの元画素の画素値を足して2で割る（平均の画素値を求める）ことが考えられる。

【0050】ここで、第3の補間画素Q33を挟む2つの元画素としては、第3の補間画素Q33を斜め方向並

12

*の補間画素Q23の求めるべき画素値を算出する。したがって、この求めるべき画素値を a で表せば、第1の補間画素Q23の画素値 a は、

※びに挟む2つの元画素P24とP40の組み合わせ（組み合わせFという）の3つの組み合わせを考える。

【0043】これら3つの組み合わせD, E, Fにおいて、それぞれの組み合わせごとに画素値の平均を求め、それぞれの組み合わせごとの平均値を第2の補間画素Q32の予測画素値として求めてみる。

【0044】ここで、組み合わせDにより得られる第2の補間画素Q32の予測画素値を b_0 とし、組み合わせEにより得られる第2の補間画素Q32の予測画素値を b_1 とし、組み合わせFにより得られる第2の補間画素Q32の予測画素値を b_2 とすれば、

$$(8)$$

$$(9)$$

$$(10)$$

★せEにおける元画素P20とP44の変化量を db_1 、組み合わせFにおける元画素P24とP40の変化量を db_2 とすれば、

$$(11)$$

$$(12)$$

$$(13)$$

☆ジが存在している可能性が高く、補間を行うために用いる元画素としての信頼性は低いといえる。

【0048】したがって、補間を行うに際しては、できるだけ変化量の少ない元画素を用いた方がより適正な補間画素を得ることができると考えられる。そこで、この場合は、変化量が少ない2つの変化量 db_0 , db_1 に対応する予測画素値 b_0 , b_1 に着目し、この予測画素値 b_0 , b_1 に対し、その変化量 db_0 , db_1 を重み付け係数として用いて重み付けを行うことによって、第2の補間画素Q32の求めるべき画素値を算出する。したがって、この求めるべき画素値を b で表せば、第2の補間画素Q32の画素値 b は、

びに挟む2つの元画素P22とP44の組み合わせ（組み合わせGという）と、それと交叉する斜め方向並びに挟む2つの元画素P24とP42の組み合わせ（組み合わせHという）の2つの組み合わせを考える。

【0051】これら2つの組み合わせG, Hにおいて、それぞれの組み合わせごとに画素値の平均を求め、それぞれの組み合わせごとの平均値を第3の補間画素Q33の予測画素値として求めてみる。

(8)

特開2002-158867

13

【0052】ここで、組み合わせGにより得られる第3の補間画素Q33の予測画素値をc0とし、組み合わせ*

$$c0 = (P22 + P44) / 2$$

$$c1 = (P24 + P42) / 2$$

で求められる。さらに、それぞれの組み合わせにおける元画素間の変化量を求める。ここで、組み合わせGにおける元画素P22とP44の変化量をdc0、組み合わせ*

$$dc0 = |P22 - P44|$$

$$dc1 = |P24 - P42|$$

となる。

【0053】次に、これら(15)～(18)式で求められたパラメータを用いて補間画素Q33の画素値を算出する。

【0054】この場合は、(15)式～(18)式によ*

$$c = (c0 \cdot dc1 + c1 \cdot dc0) / (dc0 + dc1) \quad (19)$$

)

で算出できる。

【0055】以上説明したようなアルゴリズムによって、元画像に存在する元画素P22を縦方向および横方向にそれぞれ2倍に拡大するに必要な3つの補間画素(第1、第2、第3の補間画素Q23、Q32、Q33)を生成することができる。これを他の元画素についても同様に行うことで、元画像を図1に示すように2倍に拡大することができる。

【0056】このようにして生成された拡大(ここでは2倍固定)画像は、エッジ部分に解像感がある良好な拡大画像が得られた。前述したように、従来のDCT、Bilinear、BiCubicなどを用いた拡大方法は、1.5倍を超えるような拡大画像の生成を行うと、エッジ部がぼやけたり、滑らかさに欠けるなどそれぞれに特有の問題が生じたが、本発明による方法では、2倍の拡大を行ってもこれらの問題は生じない。

【0057】しかも、本発明が行う処理は、元画素を含む局所的な範囲でみたとき、その範囲内に存在するエッジの方向に適応した(エッジの方向を考慮した)画素補間を行っているのと等価な処理であり、非常に簡単な演算を行うだけでエッジを保存した良好な拡大画像が得られ、その拡大画像は、複雑な処理を行って高精度なエッジ検出を行なったのと同等遜色のない画像となる。

【0058】図2は以上説明した処理手順を概略的に示すフローチャートである。それぞれの処理の詳細については既に説明したので、ここでは処理手順のみを簡単に説明するにとどめる。

【0059】図2において、処理対象となる元画素として元画素P22を設定し(ステップs1)、その元画素P22を含む4画素×4画素とするために、元画素P22の横方向並びに位置する第1の補間画素Q23と縦方向並びに位置する第2の補間画素Q32と、斜め方向並びに位置する第3の補間画素Q33を生成する。

【0060】まず、第1の補間画素Q23の生成処理を

14

*Hにより得られる第3の補間画素Q33の予測画素値をc1とすれば、

$$(15)$$

$$(16)$$

※せHにおける元画素P24とP42の変化量をdc1とすれば、

$$(17)$$

$$(18)$$

10★って算出された結果に対し、その変化量dc0とdc1を重み付け係数として用いて重み付けを行うことによって、第3の補間画素Q33の求めるべき画素値を求める。したがって、この求めるべき画素値をcで表せば、第3の補間画素Q33の画素値cは、

$$(19)$$

開始する(ステップs2)。その生成処理は、第1の補間画素Q23を横方向並びに挟む2つの元画素P22とP24の組み合わせAと、第1の補間画素Q23を斜め方向に挟む2つの元画素P02とP44の組み合わせBと、それに交叉する斜め方向並びに挟む2つの元画素P04とP42の組み合わせCの3つの組み合わせを設定する(ステップs3)。

【0061】そして、これらA、B、Cの3つの組み合わせから第1の補間画素Q23の予測画素値a0、a1、a2を求め(ステップs4)、続いて、それぞれの組み合わせにおける元画素間の変化量da0、da1、da2を求める(ステップs5)。そして、算出されたda0～da2のうち、変化量が小さい2つを選択し(ステップs6)、選択された2つの変化量に対応する2つの予測画素値に着目し、これら2つの予測画素値に対し、選択された2つの変化量を重み付け係数として用いて重み付けを行うことによって、第1の補間画素Q23の画素値を求める(ステップs7)。

【0062】次に、第2の補間画素Q32の生成処理を開始する(ステップs8)。その生成処理は、上述の補間画素Q23に準じた処理であるので簡単に説明する。

【0063】まず、第2の補間画素Q32を挟む3つの組み合わせD、E、Fを設定し(ステップs9)、これら3つの組み合わせから第2の補間画素Q32の予測画素値b0、b1、b2を求め(ステップs10)、それぞれの組み合わせにおける元画素間の変化量db0、db1、db2を求める(ステップs11)。

【0064】そして、算出されたdb0～db2のうち、変化量が小さい2つを選択し(ステップs12)、選択された2つの変化量に対応する2つの予測画素値に着目し、これら2つの予測画素値に対し、選択された2つの変化量を重み付け係数として用いて重み付けを行うことで、第2の補間画素Q32の画素値を求める(ステップs13)。

(9)

特開2002-158867

15

【0065】次に、第3の補間画素Q33を生成する処理を開始する(ステップs14)。この場合は、第3の補間画素Q33を斜め方向並びに挟む2つの元画素P22とP44の組み合わせGと、それと交叉する斜め方向並びに挟む2つの元画素P24とP42の組み合わせHの2つの組み合わせを考える(ステップs15)。

【0066】これら2つの組み合わせから第3の補間画素Q33の予測値 c_0 、 c_1 を求める(ステップs16)。続いて、それぞれの組み合わせにおける元画素間の変化量 dc_0 、 dc_1 を求め(ステップ17)、求められた変化量 dc_0 と dc_1 を重み付け係数として予測画素値 c_0 、 c_1 に対し重み付けを行って、第3の補間画素Q33の画素値を求める(ステップ18)。

【0067】なお、本発明は以上説明した実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変形実施可能となるものである。たとえば、前述の実施の形態における(7)式、(14)式、(19)式で示される重み付け係数、すなわち、(7)式においては da_0 と da_1 、(14)式においては db_0 と db_1 、(19)式においては dc_0 と dc_1 をそれぞれ2乗して用いるようにしてもよい。たとえば、 da_0 、 da_1 はそれぞれ $(da_0)^2$ 、 $(da_1)^2$ とし、 db_0 、 db_1 はそれぞれ $(db_0)^2$ 、 $(db_1)^2$ とし、 dc_0 、 dc_1 はそれぞれ $(dc_0)^2$ 、 $(dc_1)^2$ として用いる。

【0068】このように重み付け係数を2乗とすることによってノイズの影響が目立たなくなり、より良好な拡大画像が得られる。

【0069】また、補間画素を求める際に必要な元画素は、前述の実施の形態で説明した例に限られるものではない。たとえば、前述の実施の形態では、第1の補間画素Q23を求めるに必要な元画素として、P22とP24の組、P02とP44の組、P04とP42の組を用いたが、これに限られるものではなく、一例として、P00とP46の組、P06とP40の組などを用いてもよく、比較的近隣の範囲内であればどのような組み合わせとするかは種々設定することができる。

【0070】また、前述の実施の形態では、拡大率を2倍として説明したが、前述の実施の形態で説明した拡大方法に、従来のDCI, BiLinear, BiCubicなどを用いた拡大方法を組み合わせることによって、自由倍率の画像を得ることができる。ここでは、前述の実施の形態で説明した方法で、2倍に拡大した画像に対して、DCI, BiLinear, BiCubicの3種類の方法を用いて、0.625倍～1.25倍の変倍を行い、結果として、1.25倍～2.5倍の画像を生成することができた。

【0071】また、本発明は以上説明した本発明を実現するための処理手順が記述された処理プログラムをフロッピーディスク、光ディスク、ハードディスクなどの記録媒体に記録しておくことができ、本発明はその処理

16

プログラムが記録された記録媒体をも含むものである。また、ネットワークから当該処理プログラムを得るようにしてもよい。

【0072】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、2つの元画素の組み合わせを、補間すべき画素位置を挟むように複数方向に設定し、それぞれの組ごとに予測画素値を求めるとともに、それぞれの組ごとにその組を構成する元画素間の変化量を求め、その変化量の大きさに基づいて、補間すべき画素の画素値を求めるようにしている。

【0073】具体的には、処理対象画素の横方向並びに位置する第1の補間画素と縦方向並びに位置する第2の補間画素については、これら第1および第2の補間画素を挟む横方向並びの1組の元画素と縦方向並びの1組の元画素、さらに、互いに交叉する斜め方向並びの2組の元画素を用いて、まず、仮の画素値である予測画素値をそれぞれの組ごとに求めるとともに、それぞれの組ごとにその組を構成する元画素間の変化量を求め、変化量の小さい2つの組を選択し、選択された2つの組に対応する2つの前記予測画素値に着目し、その2つの予測画素値に対し、当該2つの予測画素値に対応する変化量に応じた重み付けを行って、第1および第2の補間画素の画素値を求めるようにしている。

【0074】また、処理対象画素の斜め方向並びに位置する第3の補間画素は、当該第3の補間画素を互いに交叉する斜め方向並びに挟む2組の元画素を用い、まず、仮の画素値である予測画素値をそれぞれの組ごとに求めるとともに、それぞれの組ごとにその組を構成する元画素間の変化量を求め、2つの予測画素値に対し、当該2つの予測画素値に対応する変化量に応じた重み付けを行って第3の補間画素の画素値を求めるようにしている。

【0075】このような本発明の処理は、元画素を含む局所的な範囲でみたとき、その範囲内に存在するエッジの方向に適応した(エッジの方向を考慮した)画素補間を行っているのと等価な処理であり、非常に簡単な演算を行うだけでエッジを保存した良好な拡大画像が得られ、その拡大画像は、複雑な処理を行って高精度なエッジ検出を行なったのと何等遜色のない画像、つまり、エッジ部分に解像感がある良好な拡大画像が得られる。

【0076】また、2倍の拡大画像を生成する処理を行ったあと、その画像に対して従来から用いられているDCI, BiLinear, BiCubicなどを用いた変倍処理を行うことにより、自由変倍を可能とし、実用的には1倍から2.5倍程度までの変倍を可能とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態を説明する画素配列を示す図であり、画素補間を行うことによって、元画像に対し縦方向および横方向それぞれ2倍に拡大された画像の画素配列を示す図である。

【図2】本発明の実施の形態の処理手順を概略的に説明

(10)

特開2002-158867

17

するフローチャートである。

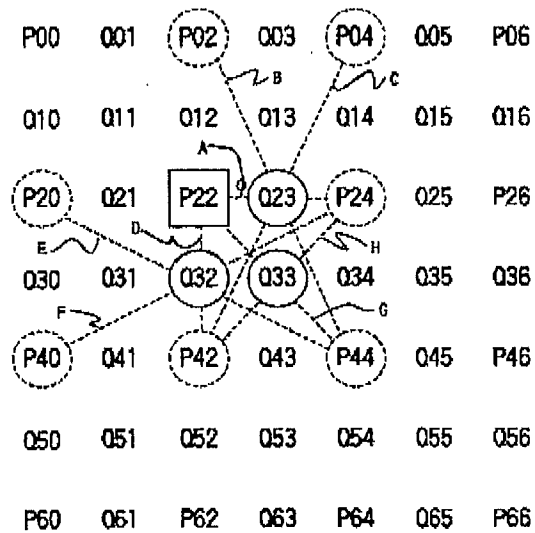
【符号の説明】

P00, P02, P03, . . . 元画素
 Q01, Q03, Q05, . . . 補間画素
 P22 処理対象の元画素
 Q23 第1の補間画素
 Q32 第2の補間画素
 Q33 第3の補間画素

18

* A 元画素p22とp24による組み合わせ
 B 元画素p02とp44による組み合わせ
 C 元画素p04とp42による組み合わせ
 D 元画素p22とp42による組み合わせ
 E 元画素p20とp44による組み合わせ
 F 元画素p24とp40による組み合わせ
 G 元画素p22とp44による組み合わせ
 * H 元画素p24とp42による組み合わせ

【図1】



(11)

特開2002-158867

【図2】

